

Teoria e Fenomenologia delle Interazioni Fondamentali

Emanuele Re

20/01/2025

Tempo a disposizione: 3 ore.

Scrivere in modo chiaro e leggibile. Si consiglia di fare i calcoli prima in brutta copia e di riportarli solo successivamente in bella copia. In bella copia devono comunque comparire sia i passaggi di calcolo non banali sia, dove opportuno, brevi commenti su proprietà o considerazioni che si stanno usando da uno step al successivo.

Problema 1

Si assuma uno scattering elastico con scambio di uno scalare in canale s . Siano le 4 particelle coinvolte dei fermioni massivi ($f_1 + \bar{f}_2 \rightarrow f_3 + \bar{f}_4 : p_1^2 = p_2^2 = m_a^2, p_3^2 = p_4^2 = m_b^2$), e sia l'energia nel centro di massa pari a 26 GeV (ovvero $\sqrt{s} = 26$ GeV e al solito $s = (p_1 + p_2)^2$).

Si calcoli la frazione di eventi per cui la particella f_3 ha una momento trasverso (perpendicolare alle particelle incidenti) minore di $(12/\sqrt{2})$ GeV, nel caso in cui $m_a = 1$ GeV e $m_b = 5$ GeV.

Nello svolgere l'esercizio di consideri se e quali termini (flusso, elemento di matrice, spazio fasi) e' necessario calcolare esplicitamente e quali invece non servono per ottenere il risultato.

Problema 2

Si considerino i decadimenti

$$H(Q) \rightarrow b(k_1) + \bar{b}(k_2)$$

e

$$H(Q) \rightarrow b(k_1) + \bar{b}(k_2) + g(k_3)$$

dove i quadrimomenti sono tra parentesi e b e' il quark bottom. Si utilizzi come coupling Hbb semplicemente $i\mathbb{1}$.

1. Calcolare l'ampiezza quadra per i due processi sopra, assumendo i quark b massivi ($k_1^2 = k_2^2 = m^2$), **lasciando i risultati scritti in funzione dei prodotti scalari fra 4-momenti**.

Per la somma sulle polarizzazioni del gluone, usare semplicemente $\sum \epsilon_\alpha^*(k_3)\epsilon_\beta(k_3) = -g_{\alpha\beta}$. Dire molto brevemente perche' questo e' lecito in questo caso.

2. Si ponga $m = 0$. Prendere il limite massless dei risultati precedenti e verificare che, nel limite soffice ($k_3 \rightarrow 0$), si ha

$$\frac{\sum |M_{bbg}|^2}{\sum |M_{bb}|^2} = g_s^2 C_F \frac{2(k_1 \cdot k_2)}{(k_1 \cdot k_3)(k_2 \cdot k_3)}$$

